



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 10 787 A1** 2004.09.23

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 10 787.8**  
(22) Anmeldetag: **12.03.2003**  
(43) Offenlegungstag: **23.09.2004**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **H02N 2/04**  
**F02M 51/06**

(71) Anmelder:  
**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

(74) Vertreter:  
**Mitscherlich & Partner, Patent- und  
Rechtsanwälte, 80331 München**

(72) Erfinder:  
**Schmieder, Dietmar, 71706 Markgröningen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu  
ziehende Druckschriften:

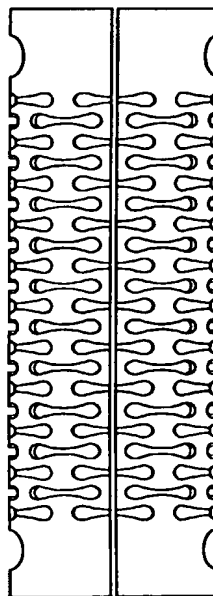
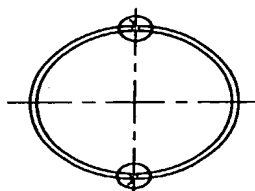
**DE 199 28 780 A1**  
**WO 03/0 19 688 A2**  
**WO 99/08 330 A1**  
**WO 00/08 353 A1**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Rohrfeder für Aktor und Verfahren zur Montage der Rohrfeder**

(57) Zusammenfassung: Die Rohrfeder (1) ist zum Vorspannen eines piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktors (5) geeignet, welcher zur Betätigung von Brennstoffeinspritzventilen für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen geeignet ist. Die Rohrfeder (1) ist dabei zweiteilig ausgebildet.



1

## Beschreibung

### Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Rohrfeder für einen Aktor nach der Gattung des Anspruchs 1 und einem Verfahren zur Montage der erfindungsgemäßen Rohrfeder nach der Gattung des Anspruchs 9.

[0002] Üblicherweise werden piezoelektrische oder magnetostruktive Aktoren zur Betätigung von Brennstoffeinspritzventilen für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen zur Vermeidung von Zug- und Scherkräften durch eine Feder vorgespannt. Gewöhnlich wird zur Erzeugung der Vorspannung die auch bei geschlossenem Brennstoffeinspritzventil vorhandene Restspannung der Rückstellfeder des Brennstoffeinspritzventils genutzt.

[0003] Beispielsweise ist aus der DE 199 51 012 A1 ein Aktor, insbesondere zur Betätigung von Brennstoffeinspritzventilen für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, bekannt, welcher mehrere gestapelt angeordnete Schichten aus einem piezoelektrischen oder magnetostruktiven Material aufweist. Der Aktor wird durch einen in einer zentralen Ausnehmung angeordneten Zuganker mittels gegenläufiger Gewinde vorgespannt. Die Fixierung und Kraftübertragung erfolgt über eine Deckplatte und eine Bodenplatte.

[0004] Nachteilig an dieser Bauform ist dabei insbesondere die Notwendigkeit, den Stapelaktor hohl zu gestalten, um den Zuganker in der Ausnehmung unterbringen zu können. Dadurch wird der Aktor noch beschädigungsanfälliger bei Vormontage und Montage.

[0005] Weiterhin ist aus der WO 99/08330 ein piezoelektrischer Aktor bekannt, der in eine Federhülse eingeschoben und vorgespannt mit zwei Enden der Federhülse kraft- und/oder formschlüssig verbunden wird. Dadurch wird eine Baueinheit hergestellt, bei der die Vorspannkraft des piezoelektrischen Aktors dauerhaft festgelegt ist.

[0006] Nachteilig an diesem Aktor ist insbesondere, daß die Vorspannung des Aktors allein durch die Elastizität der Federhülse vorgegeben ist. Ein progressives Verhalten zur Kompensation von kurzen Ansteuerzeiten kann damit nicht erreicht werden.

### Vorteile der Erfindung

[0007] Die erfindungsgemäße Rohrfeder für einen Aktor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und das erfindungsgemäße Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 9 haben demgegenüber den Vorteil, daß der Aktor in einer zweiteiligen Rohrfeder montiert wird, welche eine gleichmäßige, symmetrische Krafteinleitung in den Aktor ermöglicht.

[0008] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Anspruch 1 angege-

benen Rohrfeder möglich.

[0009] Vorteilhafterweise ist die Rohrfeder aus zwei Halbschalen zusammengesetzt, welche untereinander nicht verschweißt werden müssen.

[0010] Weiterhin ist von Vorteil, daß die Halbschalen lediglich mit dem Aktorkopf und -fuß verschweißt werden müssen.

[0011] Zudem ist vorteilhaft, daß die Herstellung und Montage der erfindungsgemäßen Rohrfeder einfacher und kostengünstiger als diejenige einer einteiligen Rohrfeder ist.

[0012] Zeichnung Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

[0013] Fig. 1A-B eine perspektivische Darstellung und einen axialen Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel einer Rohrfeder gemäß dem Stand der Technik;

[0014] Fig. 2A-B ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäß ausgestalteten Rohrfeder in Einbaulage sowie in einer vergrößerten Ansicht als Einzelbauteil; und

[0015] Fig. 3A-B eine schematische Darstellung der zur Montage eines Aktors in einer erfindungsgemäß ausgestalteten Rohrfeder gemäß Fig. 2 benötigten Montageschritte.

### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0016] Die Fig. 1A und 1B zeigen zur besseren Verständlichkeit in einer schematischen, perspektivischen Darstellung und einer Schnittansicht ein Ausführungsbeispiel einer Rohrfeder gemäß dem Stand der Technik.

[0017] Ein in den Fig. 1A und 1B nicht sichtbarer bzw. nicht dargestellter Aktor 5 besteht gewöhnlich aus einem piezoelektrischen oder magnetostruktiven Element. Dieses kann sowohl monolithisch ausgeführt sein als auch aus scheibenförmigen piezoelektrischen oder magnetostruktiven Schichten bestehen. Die Schichten können untereinander verklebt sein. Der Aktor 5 kann weiterhin eine Deckplatte und eine Bodenplatte aufweisen, die den Aktor 5 endseitig abschließen, mit den Schichten z. B. verklebt sind und der Kraftübertragung auf die Schichten dienen.

[0018] Der Aktor 5 ist zur Verwendung in einem nicht weiter dargestellten Brennstoffeinspritzventil geeignet, welches beispielsweise zum Einspritzen von Brennstoff in den Brennraum einer gemischverdichtenden, selbst- oder fremdgezündeten Brennkraftmaschine konzipiert ist.

[0019] Um bei der Montage sowie beim Betrieb des Aktors 5 sicherzustellen, daß Scherkräfte, welche zur Zerstörung des Aktors 5 führen können, vermieden werden, ist der Aktor 5 in einer Rohrfeder 1 gekapselt. Diese spannt den Aktor 5 vor, so daß dieser durch die auf ihn wirkenden ausschließlich axialen Kräfte stabilisiert wird.

[0020] Die Rohrfeder 1 wird dabei folgendermaßen hergestellt. Zunächst wird durch Stanzen eine

Grundform hergestellt, welche rundgebogen wird. In einem Stoßbereich, in welchem die Kanten **11** der Rohrfeder **1** nebeneinander liegen, werden diese durch Längsschweißen miteinander verbunden, so daß ein geschlossenes Rohr entsteht.

[0021] Die weitere Montage des Aktors **5** in der Rohrfeder **1** sieht eine radiale Verschweißung über eine Schweißnaht **2** mit einem Aktorfuß **3** vor, welcher die Rohrfeder **1** an einem zuströmseitigen Ende abschließt. Dann wird der Aktor **5** in die Rohrfeder **1** eingelegt und ein in **Fig. 1A** und **1B** nicht weiter dargestellter Aktorkopf **4** aufgesetzt. In einem weiteren Montageschritt wird die Rohrfeder **1** und damit auch der Aktor **5** vorgespannt und abschließend der Aktorkopf **4** mit der Rohrfeder **1** verschweißt.

[0022] Die Rohrfeder **1** weist regelmäßig über ihre Fläche verteilt regelmäßig angeordnete Öffnungen **12** auf, welche annäherungsweise achtförmig ausgebildet sind. Die Öffnungen **12** sind durch Stanzen oder ähnliche Verfahren hergestellt. Zwischen den Öffnungen **12** bleiben durch den Bearbeitungsprozeß Stege **13** stehen, welche die stützende, aber federnde Wirkung der Rohrfeder **1** ausmachen. Durch die achtförmige Form der Öffnungen **12** ist die Rohrfeder **1** in ihrer axialen Ausdehnung flexibel, sie kann leicht gezogen oder gestaucht werden.

[0023] Leichtes Ziehen vor der Montage und nachfolgendes Verschweißen mit Aktorkopf **4** und Aktorfuß **3** sorgt für eine Vorspannung des Aktors **5**.

[0024] Nachteilig an dieser Ausführung der Rohrfeder **1** ist jedoch insbesondere, daß die Rohrfeder **1** im Bereich der Längsschweißung weicher wird und somit eine ungleichmäßige Verteilung der axialen Kräfte und das Auftreten von Scherkräften bewirkt. Dadurch kann der Aktor **5** zerstört werden. Da der Aktor **5** zudem blind montiert wird, kann nicht sichergestellt werden, daß der Aktor **5** versatzfrei und zentriert in der Rohrfeder **1** montiert wird. Dadurch treten Asymmetrien und in der Folge wiederum Scherkräfte auf.

[0025] Weiterhin ist die Anforderung an die Fertigkeiten der Rohrfeder **1** sowie der Bauteile Aktorfuß **3** und Aktorkopf **4** sehr hoch, da zur Ausbildung einer zuverlässigen Schweißnaht **2** zwischen Aktorfuß **3** und Rohrfeder **1** sowie zwischen Aktorkopf **4** und Rohrfeder **1** ein möglichst geringes Spaltmaß erforderlich ist.

[0026] Insgesamt ist die Herstellung und Montage der herkömmlichen Rohrfeder **1** gemäß dem Stand der Technik aufwendig und kostenintensiv, nicht zuletzt durch den Biegeprozeß und die Längsschweißung.

[0027] Zur Verdeutlichung der Einbaulage der Rohrfeder **1** wird im Folgenden ein beispielhaftes Brennstoffeinspritzventil **21** in seinen wesentlichen Bauteilen kurz beschrieben. Das in **Fig. 2A** dargestellte Brennstoffeinspritzventil **21** ist insbesondere als Brennstoffeinspritzventil **21** zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen nicht näher dargestellten Brennraum einer Brennkraftmaschine geeignet.

[0028] Das Brennstoffeinspritzventil **21** umfaßt ei-

nen Düsenkörper **22**, in dem eine Ventalnadel **23** geführt ist. Diese weist an einem abströmseitigen Ende einen Ventilschließkörper **24** auf, welcher mit einer Ventilsitzfläche **25** einen Dichtsitz bildet. Das Brennstoffeinspritzventil **21** ist als nach außen öffnendes Brennstoffeinspritzventil **21** ausgebildet. Der Düsenkörper **22** ist durch eine Dichtung **26** gegen einen nicht weiter dargestellten Zylinderkopf der Brennkraftmaschine abgedichtet.

[0029] Der Düsenkörper **22** mündet in ein Gehäuseteil **27** ein, in welchem ein hydraulischer Koppler **28**, eine Aktorbaugruppe **29** und eine Rückstellfeder **30** für die Ventalnadel **23** angeordnet sind.

[0030] Die Aktorbaugruppe **29** umfaßt einen vorzugsweise piezoelektrischen Stapelaktor **5**, welcher durch eine erfindungsgemäß ausgestaltete Rohrfeder **1** zum Schutz vor Scherkräften vorgespannt wird. Der Aktor **5** ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel zusätzlich durch eine Umspritzung **31** geschützt. Der Aktor **5** weist einen Aktorfuß **3** und einen Aktorkopf **4** auf, welche mit der Rohrfeder **1** beispielsweise verschweißt sind. Die Rohrfeder **1** sowie die Bauteile des Aktors **5** werden weiter unten unter Bezugnahme auf die **Fig. 2B** sowie **3A** und **3B** näher beschrieben.

[0031] Der hydraulische Koppler **28**, welcher zuströmseitig der Aktorbaugruppe **29** angeordnet ist, umfaßt einen Arbeitskolben **32** und einen Stützkolben **33**, welche durch eine Kopplerfeder **34** auseinandergedrückt werden. Der hydraulische Koppler **28** übersetzt den geringen Hub des piezoelektrischen Aktors **5** in einen größeren Hub der Ventalnadel **23**.

[0032] Der Koppler **28**, die Aktorbaugruppe **29** und die Rückstellfeder **30** sind in einem Aktorgehäuse **35** gekapselt. Dieses wird von dem zentral über einen Zulaufstutzen **36** zugeführten Brennstoff umströmt, welcher in einem Ventilgehäuse **37** sowie durch Brennstoffkanäle **38**, **39** und **40** zum Dichtsitz strömt.

[0033] Das Brennstoffeinspritzventil **21** ist durch einen elektrischen Steckkontakt **41** betätigbar. Dieser kann durch eine Umspritzung **42**, welche an dem Zulaufstutzen **36** angespritzt ist, an dem Brennstoffeinspritzventil **21** fixiert sein.

[0034] Die erfindungsgemäße Rohrfeder **1** gemäß **Fig. 2B** ist gegenüber der in den **Fig. 1A** und **1B** dargestellten Rohrfeder **1** gemäß dem Stand der Technik zweiteilig aus zwei Halbschalen **1a** und **1b** der Rohrfeder **1** zusammengesetzt. Die Halbschalen **1a**, **1b** sind dabei in einer Längsrichtung der Rohrfeder **1** ausgebildet. Wie aus der in **Fig. 2** oben schematisch dargestellten radialen Schnittdarstellung ersichtlich, sind dadurch zwei Stoßbereiche **6** ausgebildet, in welchen die einander gegenüberliegenden Kanten **11** der Halbschalen aneinander liegen. Dadurch wird eine Symmetrisierung bewirkt. Eventuell auftretende Querkräfte gleichen sich somit gegenseitig aus.

[0035] Der Herstellungsaufwand sowie die damit verbundenen Kosten sind ebenfalls geringer, da die Längsschweißung der Kanten **11** entfallen kann und das Biegen der beiden Halbschalen **1a** und **1b** erheblich weniger aufwendig als das Biegen der in **Fig. 1A**

und 1B dargestellten einteiligen Rohrfeder 1 ist. Die an die Herstellungsgenauigkeit gestellten Anforderungen sind ebenfalls geringer, da der Montage ein anderes Prinzip zugrunde liegt, welches eine verlässlichere und genauere Montage ermöglicht. Die Montageschritte werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die Fig. 3A und 3B näher beschrieben.

[0036] Zunächst werden, wie in Fig. 3A gezeigt, Aktor 5, Aktorfuß 3 und Aktorkopf 4 mittels zweier geeigneter Werkzeuge 7 und 8 zueinander zentriert. Danach wird mittels einer axialen Kraft F eine Vorspannung im Aktor 5 erzeugt. Die Krafteinleitung erfolgt über den jeweils den Aktor 5 deckelnden Aktorkopf 4 und Aktorfuß 3.

[0037] Im nächsten Montageschritt werden, wie in Fig. 3B dargestellt, die Halbschalen 1a und 1b der Rohrfeder 1 an die zueinander zentrierten Bauteile herangeführt und auf Stoß gelegt. Die Halbschalen 1a und 1b werden dann ebenfalls mit einer Vorspannung beaufschlagt. Anschließend werden die Halbschalen 1a und 1b an die Bauteile Aktorkopf 4 und Aktorfuß 3 zur Anlage gebracht und radial mit diesen verschweißt. Die Schweißnähte 9 und 10 verbinden die Halbschalen 1a und 1b auf ihrem gesamten Umfang. Eine Längsverschweißung der Halbschalen 1a, 1b an den Kanten 11 ist nicht mehr nötig, so daß deren Nachteile wie ungleichmäßige Steifigkeit der Rohrfeder 1 sowie ein hoher Kosten- und Montageaufwand wegfallen.

[0038] Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt und insbesondere bei einer Vielzahl von Bauweisen von Brennstoffeinspritzventilen anwendbar.

### Patentansprüche

1. Rohrfeder (1) für einen piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktor (5), welcher zur Betätigung eines Brennstoffeinspritzventils (21) für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen dient, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrfeder (1) zweiteilig ausgebildet ist.

2. Rohrfeder nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrfeder (1) aus zwei Halbschalen (1a; 1b) zusammengesetzt ist, welche durch eine sich in Längsrichtung erstreckende Ebene geteilt sind.

3. Rohrfeder nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktor (5) mit einem Aktorkopf (4) und einem Aktorfuß (3) versehen ist, durch welche der Aktor (5) stirnseitig abgeschlossen ist.

4. Rohrfeder nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Halbschalen (1a, 1b) mit dem Aktorkopf (4) und dem Aktorfuß (3) mittels Schweißnähten (9, 10) verbunden sind.

5. Rohrfeder nach Anspruch 2, dadurch gekenn-

zeichnet, daß die Halbschalen (1a, 1b) einen halbkreisförmigen Querschnitt haben.

6. Rohrfeder nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Halbschalen (1a, 1b) in zwei einander gegenüberliegenden Stoßbereichen (6) mit Kanten (11) aneinandergrenzen.

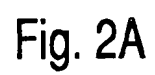
7. Rohrfeder nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Halbschalen (1a, 1b) an den Kanten (11) nicht miteinander verschweißt sind.

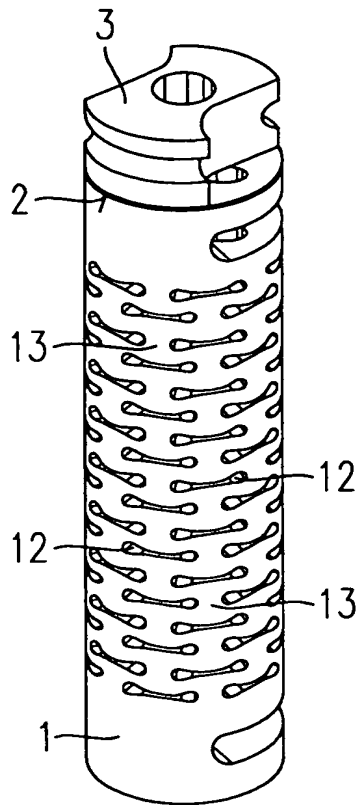
8. Rohrfeder nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrfeder (1) über ihre Oberfläche gleichmäßig verteilte Öffnungen (12) aufweist, welche durch Stege (13) voneinander getrennt sind.

9. Verfahren zur Montage einer Rohrfeder (1) für einen piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktor (5), welcher zur Betätigung eines Brennstoffeinspritzventils (21) für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen dient, wobei die Rohrfeder (1) aus zwei Halbschalen (1a; 1b) zusammengesetzt ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren folgende Montageschritte umfaßt:

- zentrisches Ausrichten des Aktors (5) sowie eines den Aktor (5) deckelnden Aktorkopfes (4) und Aktorfußes (3),
- axiales Verspannen des Aktors (5) durch eine zwischen Aktorkopf (4) und Aktorfuß (3) wirkende axiale Kraft (F),
- radiales Anlegen der Halbschalen (1a, 1b) an den Aktor (5),
- axiales Verspannen der Halbschalen (1a, 1b), und
- radiales Verbinden der Halbschalen (1a, 1b) mit dem Aktorkopf (4) und dem Aktorfuß (3).

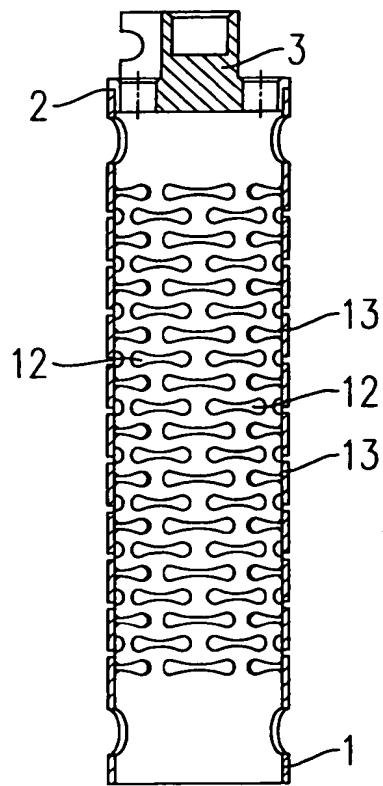
Es folgen 3 Blatt Zeichnungen





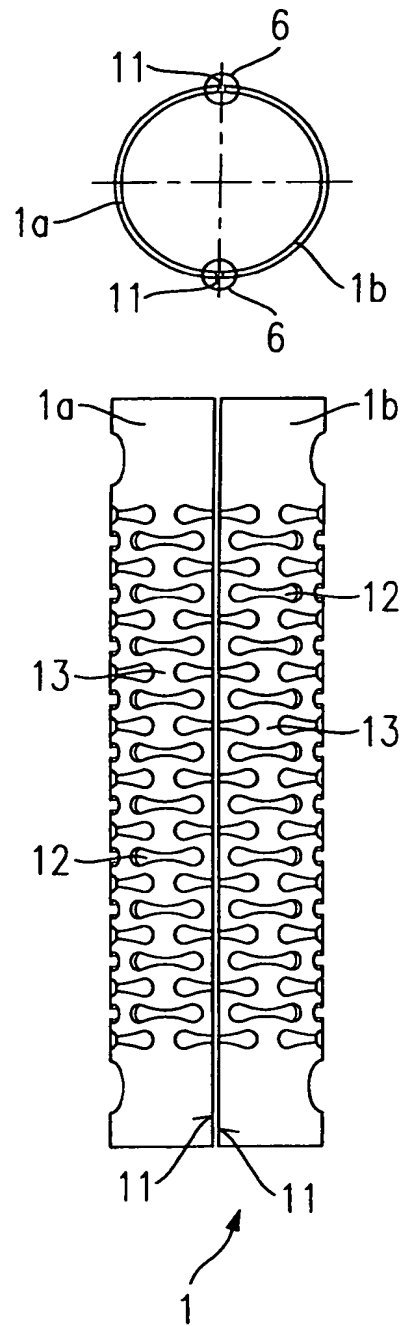
**Fig. 1A**

(Stand der Technik)



**Fig. 1B**

(Stand der Technik)



**Fig. 2B**

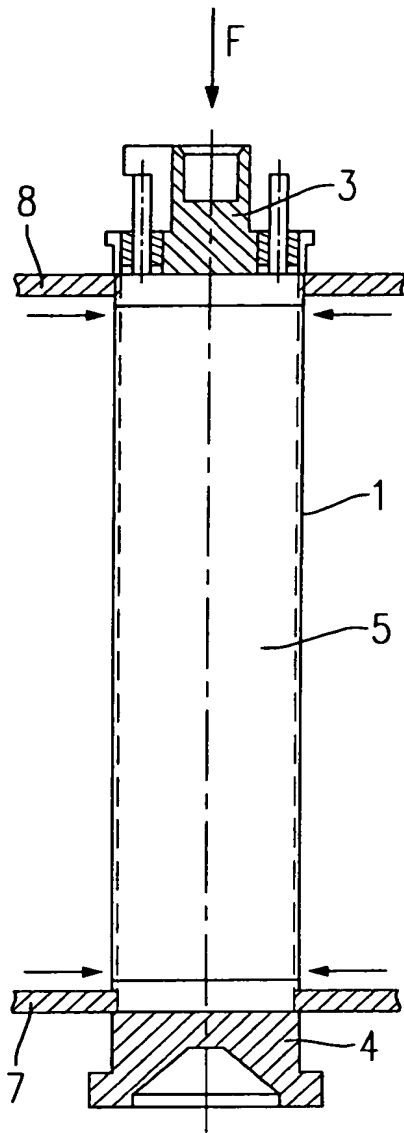


Fig. 3A

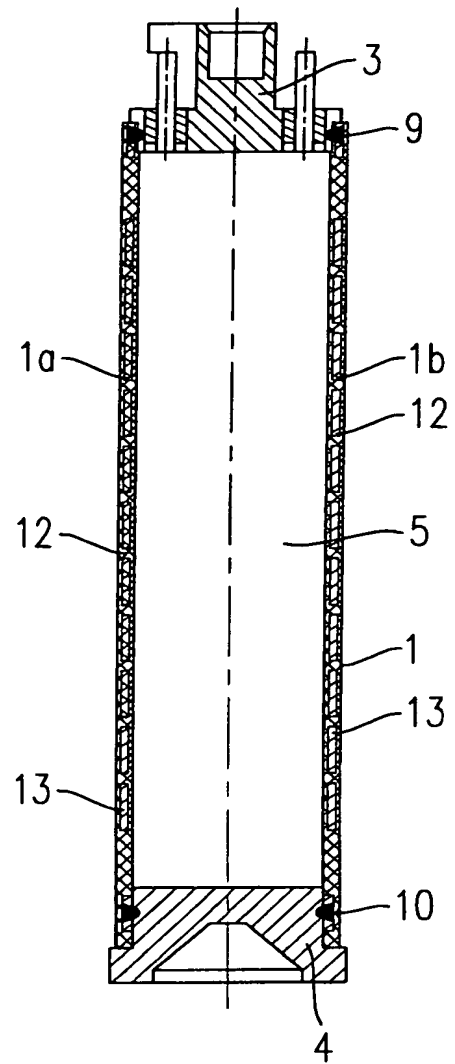


Fig. 3B